

# Patent [19]

[11] Patent Number: 10296042

[45] Date of Patent: Nov. 10, 1998

---

## [54] PROCESS AND DEVICE FOR CLEANING GAS IN CLEAN ROOM

### [30] Foreign Application Priority Data

JP Feb. 28, 1997 09 60135

[21] Appl. No.: 10027841 JP10027841 JP

[22] Filed: Jan. 27, 1998

[51] Int. Cl.<sup>6</sup> B01D05334; B01D04610; B01D05300; B01D05304; B01D05386; B01J02020; B01J02024; B01J02026; B01J02106; B01J03502; B01J04712; F24F00706

### [57] ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas cleaning process and a device for creating a superclean space in a clean room from which a gaseous toxic component is removed together with fine particles.

SOLUTION: A device for cleaning a cleaning room 5 or gas in a local space in the clean room 5 is provided with a dust removing filter 4 for removing the fine particles and the gaseous toxic component in gas, an adsorption device 9 filled with an adsorption material and a photocatalyst device D constituted of a photocatalyst 10 and a light source 11 emitting beam to the catalyst 10, and it is recommendable that adsorption material is active carbon and/or ion exchange fibers, that the photocatalyst is TiO<sub>2</sub> and that a germicidal lamp generating ultraviolet beam of 254 nm for the light source emitting the beam.

\* \* \* \* \*

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
B 0 1 D 53/34		B 0 1 D 53/34	Z
46/10		46/10	Z
53/00		53/00	
53/04		53/04	C
53/86		B 0 1 J 20/20	B
審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 14 頁) 最終頁に続く			

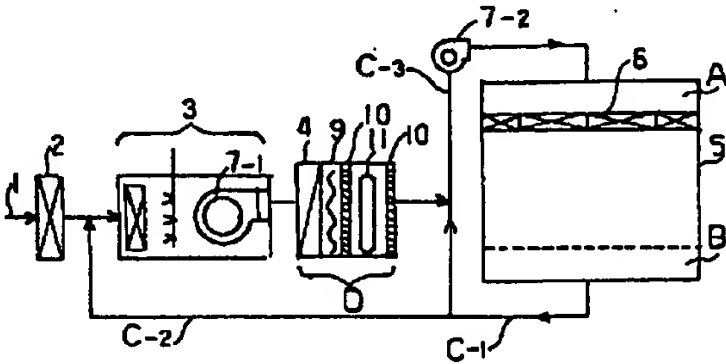
(21) 出願番号	特願平10-27841	(71) 出願人	000000239 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町11番1号
(22) 出願日	平成10年(1998) 1 月27 日	(72) 発明者	藤井 敏昭 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株 式会社荏原総合研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平9-60135	(74) 代理人	弁理士 吉嶺 桂 (外1名)
(32) 優先日	平 9 (1997) 2 月28 日		
(33) 優先権主張国	日本 ( J P )		

(54) 【発明の名称】 クリーンルームにおける気体清浄方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 微粒子と共に、ガス状有害成分も同時に除去したクリーンルームにおける超清浄空間を創出することができる気体清浄方法と装置を提供する。

【解決手段】 クリーンルーム5又は該クリーンルーム内の局所空間の気体を清浄する装置において、気体中の微粒子及びガス状の有害成分を除去するための、除塵フィルタ4と、吸着材を充填した吸着装置9と、光触媒10と該触媒に光を照射する光源11よりなる光触媒装置Dとを備えることとしたものであり、前記吸着材が、活性炭及び／又はイオン交換繊維であり、光触媒がT i O<sub>2</sub> で、光を照射する光源が254nmの紫外線が発生する殺菌灯であるのがよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 クリーンルーム又は該クリーンルーム内の局所空間の気体を清浄にする方法において、該気体を除塵フィルターによる処理と、吸着材による処理と、光触媒による処理とにより処理して、気体中の微粒子及びガス状の有害成分を除去することを特徴とするクリーンルームにおける気体清浄方法。

【請求項2】 前記吸着材による処理が、活性炭及び／又はイオン交換繊維との接触であり、光触媒による処理が、殺菌灯からの紫外線照射されている $TiO_2$ との接触であることを特徴とする請求項1記載のクリーンルームにおける気体清浄方法。

【請求項3】 クリーンルーム又は該クリーンルーム内の局所空間の気体を清浄にする装置において、気体中の微粒子及びガス状の有害成分を除去するための、除塵フィルターと、吸着材を充填した吸着装置と、光触媒と該触媒に光を照射する光源よりなる光触媒装置とを備えることを特徴とするクリーンルームにおける気体清浄装置。

【請求項4】 前記吸着材が、活性炭及び／又はイオン交換繊維であり、光触媒が $TiO_2$ で、光を照射する光源が254nmの紫外線を発生する殺菌灯であることを特徴とする請求項3記載のクリーンルームにおける気体清浄装置。

【請求項5】 前記除塵フィルターと吸着装置と光触媒装置とを一体化して、気体の清浄化ユニットとしたことを特徴とする請求項3又は4記載のクリーンルームにおける気体清浄装置。

【請求項6】 請求項5記載のクリーンルームにおける気体清浄装置の気体の清浄化ユニットを、クリーンルーム内の局所空間に設置することを特徴とするクリーンルーム内の局所空間の気体清浄方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、クリーンルームにおける気体清浄に係り、特に、クリーンルーム内を循環する空気又はクリーンルーム内の局所空間の気体を清浄にする方法と装置に関する。本発明のクリーンルームは、半導体、液晶、精密機械、医療、食品、薬品工業などの先端産業におけるクリーンルームであり、該クリーンルーム内の局所空間（ミニエンバイロメント・マイクロエンバイロメント）としては、例えばキャリアボックス、安全キャビネット、クリーンボックス、ストック、搬送空間、インターフェイス、表面処理装置（例えば光CVD装置等）、減圧又は真空処理装置（例えば成膜室、プラズマ処理装置）、エアナイフ、表面洗浄装置、露光装置、除電装置等があり、これらに好適に用いることができる。

## 【0002】

【従来の技術】従来のクリーンルームにおける空気清浄

を、半導体製造工場における空気清浄を例に、図8を用いて説明する。図8において、外気1は先ずプレフィルター2で粗粒子が除去され、次いで空調機3で空調され、中性能フィルター4で除塵される。次に、クリーンルーム5の天井部に設置されているHEPAフィルター（高性能フィルター）6で微細な粒子が除去され、クリーンルーム5はクラス100～1,000が維持される（「洗浄設計」p.11～24、Summer 1988）。7-1、7-2はファン、矢印は空気の流れを示す。従来のクリーンルームにおける空気清浄は、微粒子除去を目的としているので、図8のように構成されていた。このような構成では、微粒子除去には効果的であるが、ガス状有害成分の除去には効果がない。

【0003】ところで、今後半導体産業では製品の品質化、精密化が増々進み、これに伴いガス状物質が汚染物として関与する。即ち、従来は微粒子除去のみで十分であったのが、今後は、ガス状物質（ガス状有害成分）の制御が重要となってくる。そして、前記図8に示した、従来のクリーンルームのフィルターでは、微粒子のみしか除去されず、外気からのガス状有害成分は、除去されずにクリーンルームに導入されてしまうので問題になる。即ち、クリーンルームにおいては、微粒子（粒子状物質）や、今までの除塵フィルター（例、HEPA、ULPAフィルター）では捕集、除去されず、クリーンルーム内に導入されてしまう自動車の排気ガス、民生品として広く使用されている高分子樹脂製品からの脱ガスなどに起因する炭化水素（H.C）、 $NO_x$ 、 $SO_x$ 、HCl、HFのような酸性ガス、 $NH_3$ 、アミンのような塩基性（アルカリ性）ガスなどのガス状物質が、ガス状有害成分として問題となる。

【0004】この内、H.C、 $NH_3$ はガス状有害成分として通常の空気（室内空気及び外気）中の極低濃度のものが汚染をもたらすので、除去する必要がある。また、最近ではクリーンルームの構成材や使用器具（例、ウェハ収納ボックス）の高分子樹脂類からの脱ガスがH.C発生源として問題となっている（（社）日本機械工業連合会、平成6年度報告書、平成7年3月、p.41～49、1995）。これらのガス状物質は、クリーンルーム内における作業で発生したものも問題となる。即ち、該ガス状物質の起因として通常のクリーンルームでは、外気から導入されたガス状物質（クリーンルームでのフィルターでは、ガス状物質は除去できないので、外気中のガス状物質は導入されてしまう）に、前記のクリーンルーム内で発生したガス状物質が加わるので、外気に比べてクリーンルーム中のガス状物質は高濃度となり、ウェハ基材や基板を汚染する。

【0005】即ち、上記の汚染物質（微粒子、ガス状有害成分）がウェハ、半製品、製品の基板表面に付着すれば、微粒子は、基板表面の回路（パターン）の断線や短絡を引き起こし欠陥を生じさせる。また、ガス状物質と

して、① H. Cは、ウェハ（基板）表面に付着すると、接触角の増加をもたらし、H. Cは基板とレジストとの親和性（なじみ）に影響を与える。そして、親和性が悪くなるとレジストの膜厚に悪影響を与えたり、基板とレジストとの密着性に悪影響を与える（空気清浄、第33巻、第1号、p. 16～21、1995）。②  $\text{SO}_x$ は、酸化膜絶縁不良を引き起こす。③  $\text{NH}_3$ は、アンモニウム塩の生成などをもたらし、ウェハにくもり（解像不良）を引き起こす（リアライズ社、最新技術講座、資料集、半導体プロセスセミナー、1996年10月29日、p. 15～25、1996）。このような原因により、これらのガス状汚染物質は、半導体製品の生産性（歩留り）を低下させる。

【0006】特に、ガス状有害成分としての上記のガス状物質は上述の発生起因により、また最近では省エネの観点でクリーンルーム空気の循環を多くして用いるので、クリーンルーム中のガス状物質の濃度は濃縮され、外気に比べかなりの高濃度となっており、基材や基板に付着し、該表面を汚染する。この汚染の程度は、基材や基板の接触角で表わすことができ、汚染が激しいと接触角が大きい。接触角が大きい基材や基板は、その表面に成膜しても膜の付着強度が弱く（なじみが悪い）、歩留まりの低下をまねく。ここで、接触角とは水によるぬれの接触角のことであり、基板表面の汚染の程度を示すものである。即ち、基板表面に疎水性（油性）の汚染物質が付着すると、その表面は水をはじき返してぬれにくくなる。すると基板表面と水滴との接触角は大きくなる。従って接触角が大きいと汚染度が高く、逆に接触角が小さいと汚染度が低い。特に、最近省エネの点でクリーンルームの空気を循環使用するため、クリーンルーム内のガス状有害成分は徐々に高まってしまい、基材や基板を汚染することになる。

【0007】このような汚染物質から基板を汚染防止する対策として、今後の空間のクリーン化は、清浄空間を限定する局所空間のクリーン化（ミニエンバイロメント、マイクロエンバイロメント）が実用上効果的であると提案されている（1）、NIKKEI MICRODEVICES、7月号、p. 136～141、1995、2）、Proceedings of IES、p. 373～378、1994）。現在、このようなエンバイロメントとして、Siウェハを合成樹脂（プラスチック）製ボックスに収納し、搬送する方式が検討されているが、（1）、内部から突発的に発塵が起きた場合、かえって粒子汚染が深刻になる、（2）、ボックス材料からの脱ガス（発ガス）に対する対策が必要、（3）、（1）（2）より、ボックス自身を定期洗浄する工程が増えるので煩雑になり、実用上問題である等の指摘がある（KANOMAX エアロゾルセミナー、p. 1～10、1996）。このような状況において、本発明者らは、局所空間のグリーン化技術として光触媒を用いる局

所空間の清浄化方式を提案した（特開平9-168722号、特開平9-205046号公報）。これらの清浄化方式は、適用先、装置の種類、要求性能によっては効果的であるが、適用先、要求性能によっては、実用的に効果的な方法に改善する必要があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、今後、半導体、液晶、精密機械工業などの先端産業において、製品の品質化、精密化、微小化が進むにつれて要望が高まる微粒子と共に、ガス状有害成分も同時に制御（除去）したクリーンルーム又は該クリーンルーム内の局所空間の超清浄空間を創出するための気体清浄方法及び装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、クリーンルーム又は該クリーンルーム内の局所空間の気体を清浄にする方法において、該気体を除塵フィルターによる処理と、吸着材による処理と、光触媒による処理とにより処理して、気体中の微粒子及びガス状の有害成分を除去するクリーンルームにおける気体清浄方法としたものである。また、本発明では、クリーンルーム又は該クリーンルーム内の局所空間の気体を清浄にする装置において、気体中の微粒子及びガス状の有害成分を除去するための、除塵フィルターと、吸着材を充填した吸着装置と、光触媒と該触媒に光を照射する光源よりなる光触媒装置とを備えたクリーンルームにおける気体清浄装置としたものである。

【0010】上記において、吸着材としては、活性炭及び／又はイオン交換繊維を用い、光触媒としては、 $\text{TiO}_2$ を、光を照射する光源としては、254nmの紫外線を発生する殺菌灯を用いるのが良い。前記の気体清浄装置において、用途、装置種類、要求性能によっては、除塵フィルターと吸着装置と光触媒装置とを一体化して、気体の清浄化ユニットとすることができる。該気体の清浄化ユニットは、クリーンルーム内の被清浄空間に設置することにより、局所空間の清浄化を行うことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、次の4つの知見に基づいて発明されたものである。即ち、（1）通常の空気（外気）中には、ガス状有害成分として $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ 、 $\text{HCl}$ のような酸性ガス、アンモニア、アミンのようなアルカリ性ガス及び炭化水素（H. C）と呼ばれる有機性ガスが存在し、現状のクリーンルームにおけるフィルターでは、これらのガス状有害成分の捕集はできないので、これらの有害ガスはクリーンルームに導入されてしまう。

（2）これまで、先端産業では、従来粒子状物質の除去で十分であったものが、製品の品質化、精密化により（より高価な製品は、集積度が密、即ちより微細化、高

精密化になり)、今後ガス状物質の影響を強く受けるようになる。即ち、今後の先端産業におけるクリーンルームは粒子状物質(微粒子)とガス状有害成分の同時除去が必要となる。

【0012】(3) 上記ガス状有害成分は、クリーンルーム内での作業やクリーンルーム構成材や器具類から発生し、これらの発生ガスは、たとえ極低濃度であってもクリーンルームは閉鎖系であり、閉じ込められるので(最近クリーンルームは省エネの点で空気の循環使用の比率が高い)、該濃度は徐々に高くなり、クリーンルーム内のウェハやガラス基板、基材に付着し、悪影響を与えてしまう。上記のクリーンルーム内における有害ガスの発生をH、Cを例に次に説明する。少なくとも一部が有機物(高分子樹脂)で構成されるクリーンルーム環境では、該有機物から、極微量の有機性ガス(H、C)が発生し、クリーンルーム空間中の収容物(ウェハやガラス基板などの原料、半製品)を汚染する。即ち、クリーンルーム空間では、少なくともその一部に有機物(例、プラスチック容器、パッキン材、シール材、接着材、壁面の材料等)を使用しており、該有機物から極く微量の有機性ガスが発生する。例えば、シール材からはシロキサン、収納容器の材料であるプラスチック材からはフタル酸エステルなどが発生する。

【0013】(4) 今後の清浄空間は、これまでの大部屋方式のいわゆるクリーンルームから、清浄空間を限定した局所空間のクリーン化が必要になる。これは、今後の先端産業では、省エネ、省コストが重要になることや粒子状物質とガス状有害成分の同時除去を効果的に行うためである(1)、NIKKEI MICRODEVICES, 7月号, p. 136~141, 1995、2) クリーンテクノロジー、Vol. 7, No 9, p 38~44, 1997)。

(5) 上記ガス状有害成分の内、酸性ガスとアルカリ性ガスは吸着材により、またH、Cは光触媒により効果的に除去できる。

【0014】次に、本発明の夫々の構成を詳細に説明する。本発明に用いる除塵フィルターは、クリーンルームにおける微粒子(粒子状物質)を低濃度まで効率良く捕集するフィルターであれば何れでも使用できる。通常、中性能除塵フィルター、HEPAフィルター、ULPAフィルター、静電フィルターが簡易でかつ効果的であることから好ましい。次に、吸着材としては、クリーンルームにおけるNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、HCl、HFのような酸性ガス、アンモニア、アミンのようなアルカリ性ガスを、低濃度まで効率良く捕集する材料であれば良い。このような吸着材として、シリカゲル、ゼオライト、アルミナ、活性炭、イオン交換繊維があり、この内、活性炭、イオン交換繊維が効果的であることから好ましい。活性炭としては、捕集成分(対象ガスの種類)あるいはイオン交換繊維を組合せる方法などにより、適宜、酸や

アルカリの添着炭を用いることができる。

【0015】上記吸着材の形状は、適宜の形状で用いることができるが、一般に繊維状、網状、ハニカム状が圧力損失が少ないことから好ましい。クリーンルーム空気中の上記酸性ガスやアルカリ性ガスの濃度は通常少なくとも10ppb以上存在する。例えば、NO<sub>x</sub>は10~50ppb、SO<sub>x</sub>は10~50ppb、NH<sub>3</sub>は10~100ppb程度存在する。通常、クリーンルーム内では、作業によりこれらのガスの発生がある場合が多く、また、省エネのためにクリーンルーム空気は循環使用されるために、少なくともガス状有害成分の内のいずれかの成分の濃度は更に高濃度になっている。

【0016】上記のように、クリーンルーム空気中には、酸性ガスやアルカリ性ガスが多種類(多成分)にわたり存在するが、本発明では、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>及び/又はNH<sub>3</sub>を指標に5ppb以下、好ましくは1ppb以下まで低減化すると通常効果的である。そして、指標の成分は、用途、利用先により、上記酸性ガスやアルカリ性ガスの成分や濃度は異なるので、それらを考慮して適宜に決めることができる。また、上記のSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>は低濃度を簡易にモニター(測定)できるので、他の同分類のガス状有害成分の指標として好適に用いることができる。用いる吸着材の種類や、酸性ガス、アルカリ性ガスをどこまで除去するかは、クリーンルームの種類、用途により気体中の該有害成分の種類、濃度が異なるので、それらの用途、装置の種類、装置の設置場所、形状、気体中の有害成分の種類、濃度、要求性能、経済性などにより適宜予備実験を行い決めることができる。

【0017】次に、イオン交換繊維について説明すると、これは天然繊維もしくは合成繊維又は、これらの混合体等の支持体表面に陽イオン交換体もしくは陰イオン交換体、又は陽イオン交換基と陰イオン交換基を併有するイオン交換体を支持させたものであり、その方法としては繊維状の支持体に直接支持させてもよく、織物状、編物状又は植毛状の形態にしたのち、これに支持させることもできる。いずれにしても最終的にイオン交換体を支持した繊維となっていればよい。本発明に用いる、イオン交換繊維の製法として、グラフト重合特に放射線グラフト重合法を利用して製造したイオン交換繊維が好適である。種々の材質及び形状の素材を利用することができるからである。さて、前記天然繊維としては羊毛、絹等が適当で、合成繊維としては炭化水素系重合体を素材とするもの、含フッ素系重合体を素材とするもの、あるいはポリビニルアルコール、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリロニトリル、セルロース、酢酸セルロースなどが適用できる。

【0018】前記炭化水素系重合体としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリブテン等の脂肪族系重合体、ポリスチレン、ポリ $\alpha$ -メチルスチレ

ン等の芳香族系重合体、ポリビニルシクロヘキサン等の脂環式系重合体あるいはこれらの共重合体が用いられる。また、前記含フッ素系重合体としては、ポリ四フッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデン、エチレン-四フッ化エチレン共重合体、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体、フッ化ビニリデン-六フッ化プロピレン共重合体等が用いられる。いずれにしても、前記支持体としてはガス流との接触面積が大きく、抵抗が小さい形状で、容易にグラフト化が行え、機械的強度が大で、繊維くずの脱落、発生や熱の影響が少ない材料であれば良く、使用用途、経済性、効果等を考慮して適宜に選択出来るが通常、ポリエチレンが一般的でありポリエチレンやポリエチレンとポリプロピレンとの複合体が特に好ましい。

【0019】次に、前記イオン交換体としては、特に限定されることなく種々の陽イオン交換体又は陰イオン交換体が使用できる。例えば、カチオン交換の場合を例にとると、カルボキシ基、スルホン酸基、リン酸基、フェノール性水酸基などの陽イオン交換基含有体、第一級～第三級アミノ基、第四アンモニウム基などの陰イオン交換基含有体、あるいは上記陽及び陰両者のイオン交換基を併有するイオン交換体が挙げられる。具体的には、前記繊維上に例えばアクリル酸、メタクリル酸、ビニルベンゼンスルホン酸、スチレン、ハロメチルスチレン、アシルオキシスチレン、ヒドロキシスチレン、アミノスチレン等のスチレン化合物、ビニルピリジン、2-メチル-5-ビニルピリジン、2-メチル-5-ビニルイミダゾール、アクリロニトリルをグラフト重合させた後、必要に応じ硫酸、クロルスルホン酸、スルホン酸などを反応させることにより陽又は陰イオン交換基を有する繊維状陰イオン交換体を得られる。

【0020】また、これらのモノマーはジビニルベンゼン、トリビニルベンゼン、ブタジエン、エチレングリコール、ジビニルエーテル、エチレングリコールジメタクリレート、などの2個以上の2重結合を有するモノマーの共存下に繊維上にグラフト重合させてもよい。この様にして、イオン交換繊維が製造される。イオン交換繊維の直径は、1～1000 $\mu$ m、好ましくは5～200 $\mu$ mであり、繊維の種類、用途等で適宜決めることが出来る。これらのイオン交換繊維の内、陽イオン交換基と陰イオン交換基の用い方は、対象処理気体中の被除去成分の種類や濃度によって決めることができる。例えば被除去成分を予め測定・評価し、それに見合うイオン交換繊維の種類と量を用いれば良い。アルカリ性ガスを除去したい場合は、陽イオン交換基（カチオン交換体）を有するもの、また、酸性ガスを除去したい場合は陰イオン交換基（アニオン交換体）を有するもの、また両者の混合ガスでは陽と陰の両方の交換基を有する繊維を用いることができる。

【0021】イオン交換繊維への気体の流し方として、

フィルター状イオン交換繊維に直交して流すと、効果的である。イオン交換繊維への気体を流す流速は、予備試験を行い適宜に決めることができるが、該繊維は除去速度が早いので、通常SVとして、1000～10万(h<sup>-1</sup>)程度で用いることができる。イオン交換繊維は本発明者らが先に提案したように、放射線グラフト重合で製造したものをを用いると、特に効果が高いので好ましく、適宜用いることができる(特公平5-9123号、特公平5-67325号、特公平5-43422号、特公平6-24626号公報)。イオン交換繊維は、イオン性物質(成分)の捕集に効果的であり、本発明の対象とする酸性ガスやアルカリ性ガスはイオン性物質と考えられることから、これらの物質を効率良く捕集・除去できる。

【0022】特に、放射線グラフト重合により製造されたイオン交換フィルター(繊維)は、前記支持体への照射が奥部まで均一になされるため、イオン交換体(アニオン及び/又はカチオン交換体)が広い面積(高密度に付加)に、しっかり(強固)と付加されるので、交換容量が大きくなり、かつ低濃度のイオン性物質が早い速度で高効率に除去できる効果があり、実用的に有効である。また、放射線グラフト重合による製造は、製品に近い形状でできること、室温でできること、気相でできること、グラフト率大にできること、不純物の少ない吸着フィルターができることなどの利点がある。このため、次のような特徴を有する。

① 放射線照射によるグラフト重合で製造したイオン交換繊維には、イオン交換体(吸着機能の部分)が均一に多く付加(付加密度が高い)するので吸着速度が早く、かつ吸着量が多い。

② 圧力損失が少ない。

【0023】次に、光触媒について説明する。光触媒は、光照射により励起され、H<sub>2</sub>、Cを分解できるものであれば何れでも良い。光触媒は、接触角増加に関与する有機性ガス(非メタン炭化水素)を接触角の増加に関与しない形態に分解あるいは、付着しても影響を及ぼさない安定な形態に変換するものであればいずれでもよい。通常、光触媒は、半導体材料が効果的であり、容易に入手出来、加工性も良いことから好ましい。効果や経済性の面から、Se, Ge, Si, Ti, Zn, Cu, Al, Sn, Ga, In, P, As, Sb, C, Cd, S, Te, Ni, Fe, Co, Ag, Mo, Sr, W, Cr, Ba, Pbのいずれか、又はこれらの化合物、又は合金、又は酸化物が好ましく、これらは単独で、また2種類以上を複合して用いる。

【0024】例えば、元素としてはSi, Ge, Se、化合物としてはAlP, AlAg, GaP, AlSb, GaAs, InP, GaSb, InAs, InSb, CdS, CdSe, ZnS, MoS<sub>2</sub>, WTe<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>, MoTe, Cu<sub>2</sub>S, WS<sub>2</sub>、酸化物としては



$\text{TiO}_2$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{InO}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NiO}$ などがある。適用先によっては、金属材を焼成し、金属表面に光触媒の形成を行うことができる。この例として、 $\text{Ti}$ 材を $1000^\circ\text{C}$ で焼成し、その表面に $\text{TiO}_2$ の形成を行う光触媒がある(特願平9-273302号)。また、光触媒作用の向上のために、上記光触媒に $\text{Pt}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{RuO}_2$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ の様な物質を加えて使用することも出来る。該物質の添加は、光触媒による $\text{H}_2\text{C}$ 分解作用が促進されるので好ましい。これらは、一種類又は複数組合せて用いることができる。通常、添加量は、光触媒に対して $0.01$ 重量%~ $10$ 重量%であり、適宜添加物質の種類や要求性能などにより予備実験を行い、適正濃度を選択することができる。

【0025】添加の方法は、含浸法、光還元法、スパッタ蒸着法、混練法など周知手段を適宜用いることができる。光触媒の設置形態は、クリーンルーム空気の流れる空気中への固定化、壁面への固定化、あるいは空気中に浮遊させて用いることもできる。光触媒の固定は、光触媒を板状、綿状、線状、ファイバー状、網状、ハニカム状、膜、シート状あるいは繊維状などの適宜の材料にコーティングしたり、あるいは包み、又は挟み込んでユニット内に固定して用いてもよい。例えば、セラミック、フッ素樹脂、ガラス材に、ゾルーゲル法、焼結法、蒸着法、スパッタリング法などの周知の付加手段を適宜に用いて行うことができる。一般に、繊維状、網状、ハニカム状の形状が圧力損失が少ないことから好ましい。

【0026】例として、ガラス繊維への $\text{TiO}_2$ のゾルーゲル法による付加がある。また、本発明者が既に提案した光透過性線状物品表面への光触媒の付加(特開平7-256089号)も適宜に使用できる。また、本発明者が既に提案した光源との一体化(特開平9-205046号)も適宜用いることができる。次に、光触媒に光照射を行う光源としては、光触媒への光照射により、光触媒が光触媒作用を有するものであれば何れでも良い。即ち、光触媒作用による $\text{H}_2\text{C}$ の分解は、光触媒の種類により定める光吸収域の(波長域の)光を光触媒に照射しつつ被処理気体を光触媒に接触させることにより行うことができる。

【0027】光触媒の主たる光吸収域を例示すればつぎのごとくである。

$\text{Si}$ : $<1,100(\text{nm})$ 、 $\text{Ge}$ : $1,825(\text{nm})$ 、 $\text{Se}$ : $<590(\text{nm})$ 、 $\text{AlAs}$ : $<517(\text{nm})$ 、 $\text{AlSb}$ : $<827(\text{nm})$ 、 $\text{GaAs}$ : $<886(\text{nm})$ 、 $\text{InP}$ : $<992(\text{nm})$ 、 $\text{InSb}$ : $<6,888(\text{nm})$ 、 $\text{InAs}$ : $<3,757(\text{nm})$ 、 $\text{CdS}$ : $<520(\text{nm})$ 、 $\text{CdSe}$ : $<730(\text{nm})$ 、 $\text{MoS}_2$ : $<585(\text{nm})$ 、 $\text{ZnS}$ : $<335(\text{nm})$ 、 $\text{TiO}_2$ : $<415(\text{nm})$ 、 $\text{Zn}$

$\text{O}$ : $<400(\text{nm})$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$ : $<625(\text{nm})$ 、 $\text{PbO}$ : $<540(\text{nm})$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ : $<390(\text{nm})$ 。

光源は、光触媒の光吸収域の波長を持つものであればよく、周知のものが適宜使用できる。太陽光、紫外線ランプを用いることができる。紫外線源は、通常、水銀灯、水素放電管、キセノン放電管、ライマン放電管などを適宜使用出来る。光源の例としては、殺菌ランプ、ブラックライト、蛍光ケミカルランプ、UV-B紫外線ランプ、キセノンランプがあり、用いることができる。

【0028】この内、殺菌ランプ(主波長: $254\text{nm}$ )は、光触媒への有効照射光量を強くでき、光触媒作用が強くなること、オゾンレスであること、簡単に取付けができること、安価で保守、管理、維持が容易なこと、性能が高いことから好ましい。また、特に医療、薬品、食品などバイオリジカル分野においては、殺菌ランプ及び光触媒は殺菌(滅菌)作用を有することから好ましい。さらに、クリーンルーム内の局所空間において、菌、微生物の発生がなく、好ましい。該光源による光触媒への照射量は、 $0.05\sim 50\text{mW}/\text{cm}^2$ 、好ましくは $0.1\sim 10\text{mW}/\text{cm}^2$ が良い。除塵フィルター、吸着材、光触媒の設置の順番は、光触媒を吸着材の後方に設置する以外は、適宜に1箇所あるいは複数個所にそれぞれを設置し用いることができる。光触媒の設置を吸着材の後方とする理由は、 $\text{NO}_x$ や $\text{SO}_x$ のような有害成分は、長時間運転により、光触媒上に付着し、その活性を低下させるためである。即ち、該有害成分を光触媒の前方で捕集・除去することで、光触媒は長時間安定した性能を発揮するようになり、本発明の特徴の一つである。

【0029】本発明が除去対象とする非メタン炭化水素( $\text{H}_2\text{C}$ )は、通常の空気中の濃度でも基板や基材に汚染をもたらす。空気中には相当多種類、多成分の $\text{H}_2\text{C}$ が存在する。種々の $\text{H}_2\text{C}$ のうち、接触角を増大させる成分は基材の種類(ウェハ、ガラス材など)や基板上の薄膜の種類・性状によって異なると考えられる。本発明者は鋭意検討した結果、非メタン炭化水素を指標として、これを光触媒による分解、処理により $0.2\text{ppm}$ 以下、好ましくは $0.1\text{ppm}$ 以下まで除去すれば効果的であることを見出した。即ち、通常のクリーンルームにおける基板表面の接触角を増加させる有機性ガス( $\text{H}_2\text{C}$ )で共通して言えることは、高分子量の $\text{H}_2\text{C}$ が主であり、その構造として $-\text{CO}$ 、 $-\text{COO}$ 結合(親水性を有する)を持つことである。この $\text{H}_2\text{C}$ は親水性( $-\text{CO}$ 、 $-\text{COO}$ 結合部)を有する疎水性物質( $\text{H}_2\text{C}$ の基本構造の $-\text{C}-\text{C}-$ の部分)と考えることができる。

【0030】具体例で説明すると、通常のクリーンルームにおけるガラス基板などの基板の表面の接触角を増加させる有機性ガスは、 $\text{C}_{16}\sim\text{C}_{20}$ の高分子量 $\text{H}_2\text{C}$ 、例

えばフタル酸エステル、高級脂肪酸フェノール誘導体であり、これらの成分に共通することは化学的構造として、 $-CO$ 、 $-COO$ 結合（親水性を有する）を持つ。これらの汚染有機性ガスの起因は、高分子製品の可塑剤、離型剤、酸化防止剤などであり、高分子製品の存在する個所が発生源である。（「空気清浄」第33巻、第1号、p. 16～21、1995）

光触媒によるこれらの有機性ガスの処理メカニズムの詳細は不明であるが、次のように推定できる。即ち、これらの有機性ガスは $-CO$ 、 $-COO$ 結合の部分がウェハやガラス表面の $OH$ 基と水素結合し、その上部は疎水面となり、結果としてウェハやガラス表面は疎水性になり、接触角が大きくなり、その表面に成膜すると膜の付着力は弱い。

【0031】有機性ガスが存在する雰囲気中に光触媒を設置すると、まず、光触媒にウェハやガラス表面と同様に有機性ガスがその表面に吸着し、次いで、その活性部である $-CO$ 、 $-COO$ 結合部が、光触媒への光の照射で別の安定な形態に変換される。その結果として、有機性ガスは安定な形態となり、ウェハやガラス基板上には付着しないか、又は付着しても疎水性を示さない。前記本発明のクリーンルームにおける除塵フィルター、吸着材、光触媒の設置位置（場所）は、クリーンルーム空気の流路であれば何れでも良い。特に該流路では、後述天井チャンバー部（A）、リターンチャンバー部（B）、空気循環路部（ $C_1 \sim C_3$ ）が簡便な取付けができ、保守、管理が容易なこと、効果が高いことから好ましく、適宜に設置できる。該設置の形態や場所の選択は、クリーンルームの種類、要求性能（クリーン度）、クリーンルーム内での汚染物質の発生状況やその濃度、経済性などにより、適宜検討や予備試験を行い、単独あるいは組合せて用いることができる。

【0032】また、本発明のクリーンルーム内の局所空間のクリーンルーム化は、クリーンルームにおける空気をはじめ、 $N_2$ 、 $Ar$ 中など不活性ガス中の汚染物質の除去に適用できる。本発明の気体の清浄化では、該気体の処理のために、被処理気体を前記の除塵フィルター、吸着材、光触媒に順次通過させることにより、実施されるが、その手段として、適宜の気体の流動化手段を用いることができる。例えば、ファン、ヒータやランプによる加熱源の設置（温度差による）があり、用途、装置種類、要求性能等により、適宜に選択して使用できる。また、除塵フィルター、吸着材、光触媒の設置位置は、特に限定されるものではなく、用途、装置形状、要求仕様により適宜に、例えば該局所空間内の側面、床部、天井部に1セット、あるいは複数のセットを設置することができる。

【0033】

【実施例】以下、本発明を実施例により具体的に説明する。

#### 実施例1

図1は、本発明の気体清浄装置を設置した半導体工場のクリーンルームの基本構成図である。図1において、外気1はまずプレフィルター2で粗粒子が除去され、次いで、空調機3で空調され、中性能フィルター4で除塵され、クリーンルーム5に導入される。7-1はファンである。次いで、図2にクリーンルーム5の天井チャンバー部Aに設置されている本発明の気体清浄装置Dの拡大構成図を示す。図2の気体清浄装置Dは、除塵フィルター8、吸着フィルター9、光触媒10、紫外線ランプ11、ファン12からなり、微粒子及びガス状有害成分が捕集・除去（処理）される。これにより、クリーンルーム5には、ガス状有害成分が除去されたクラス1000の超清浄空気13が供給される。

【0034】クリーンルーム内では、気体清浄装置Dの設置が無い場合、（1）微粒子については、クリーンルーム5には外気1から微粒子が導入され、前記中性能フィルターでクラス10万程度まで除塵された空気がHEPAフィルターを通過してクリーンルーム内に入り、クリーンルーム5内はクラス1000になっている。

（2）酸性ガスやアルカリ性ガスについては、クリーンルーム5内では作業により $SO_x$ 及び $NH_3$ が発生し、外気からの導入分に加算される。それによって、夫々の濃度は外気より高くなってしまい $SO_x$ 濃度：30～50ppb、 $NH_3$ 濃度：200～250ppbが存在してしまう。

（3）H.Cについては、クリーンルーム5内では、クリーンルーム構成材からの脱ガスとして、フタル酸エステル（例、DOP、DBP）やシロキサンなどが発生し、非メタンH.Cとして1.2～1.5ppm存在してしまう。ガス状有害成分として、 $SO_x$ 、 $NH_3$ 、H.C濃度が上記のごとく、外気よりも高くなる理由は、クリーンルーム5の空気は、省エネのために空気循環路部（ $C_1 \sim C_3$ ）により循環使用されるためである。

【0035】この上記のような微粒子やガス状有害成分が存在すると、クリーンルーム5におけるウェハには、該微粒子やガス状有害成分がウェハ表面に付着し、次のような悪影響を受け、歩留り（生産性）が低下する。

（1）微粒子：ウェハ上の回路（パターン）の断線や短絡を生ずる。

（2） $SO_x$ ：酸化膜の絶縁不良を引き起こす。

（3） $NH_3$ ：ウェハ上にくもり（解像不良）を生ずる。

（4）H.C：成膜した膜のウェハ表面との親和性に影響を与え、膜の付着力の低下を生ずる。

これに対して、本発明では、クリーンルーム5の天井チャンバー部（A）に、上述気体清浄装置Dが設置され、上記の微粒子、及びガス状有害成分（ $SO_x$ 、 $NH_3$ 、H.C）が捕集・除去される。即ち、外気1より導



入された微粒子やガス状有害成分、及びクリーンルーム5内で発生した微粒子及びガス状有害成分は空気循環路( $C_1 \sim C_3$ )を経由して本発明の気体清浄装置Dに導入され、捕集・除去され、該装置Dの出口の空気13は $SO_x$ : 1ppb以下、 $NH_3$ : 1ppb以下、H.C: 0.1ppm以下のクラス1,000の空気となる。

【0036】即ち、気体清浄装置Dでは、先ず吸着フィルター9にて、 $SO_x$ と $NH_3$ を夫々、酸性ガス、アルカリ性ガスの指標ガス状有害成分として、いずれも1ppb以下まで除去され、次いで紫外線ランプ11の照射を受け光触媒作用を発揮している光触媒10にてH.Cが0.1ppm以下まで除去される。そして、HEPAフィルター8により微粒子が少なくともクラス1,000まで除去される。このように、クリーンルーム5の空気は、清浄化される。本発明の気体清浄装置Dの出口空気13にウェハを暴露しておく、ウェハ表面の接触角は増加せず、酸化膜の絶縁不良、解像不良が起こらない。本例において、除塵フィルター8はHEPAフィルター、吸着フィルター9はイオン交換繊維(アニオン型、カチオン型)、光触媒10は $TiO_2$ を繊維状ガラス母材に付加し、紫外線ランプ11は殺菌灯(254nm)である。Bは、リターンチャンバー部(B)を示す。

#### 【0037】実施例2

実施例1のクリーンルーム5において、本発明の気体清浄装置Dを、空気循環路( $C_1 \sim C_3$ )における空調機3の出口に設置して行う場合を、図3に示す。6はHEPAフィルターを示す。図3において、図1、2と同一符号は同じ意味を示す。

#### 【0038】実施例3

実施例1のクリーンルーム5において、本発明の気体清浄装置Dを空気循環路( $C_1 \sim C_3$ )におけるリターンプレナムに設置して行う場合を、図4に示す。6はHEPAフィルターを示す。図4において、図1、2と同一符号は同じ意味を示す。

#### 【0039】実施例4

実施例1のクリーンルーム5において、本発明の気体清浄装置Dを空気循環路( $C_1 \sim C_3$ )における空調機3の出口、及びリターンプレナムに設置して行う場合を、図5に示す。図5において、図1～3と同一符号は同じ意味を示す。

#### 【0040】実施例5

図2に示した構成の気体清浄装置に下記試料空気を通過させ、長時間運転を行い試料空気中汚染物質(微粒子、ガス状有害成分)の除去性能について調べた。そして、

ウェハを試料空気に暴露し、接触角について調べた。また、空中浮遊菌について調べた。

試料空気;

微粒子濃度: クラス10万、

$SO_x$ 濃度: 50ppb、

$NH_3$ 濃度: 50ppb、

非メタンH.C濃度: 1.3ppm、

気体清浄装置;

大きさ: 50×50×50cm、

通過速度: 0.3m/s、

除塵フィルター: HEPA、

吸着材: イオン交換繊維(アニオン型及びカチオン型)、

光触媒:  $TiO_2$ 、ガラス繊維状母材上に $TiO_2$ をゾルゲル法で付加、光触媒への照射光源: 殺菌灯(254nm)、

【0041】吸着材の製造法;

① アニオン交換繊維: 繊維状のポリプロピレンに窒素中で電子線20Mradを照射し、次いでヒドロキシシチレンモノマーとイソブレンを夫々60%及び40%含む溶液に浸漬し、35℃の温度に加熱してグラフト重合反応を行った。反応後、四級アミノ化を行い、アニオン交換繊維を得た。

② カチオン交換繊維: 繊維状のポリプロピレンに窒素中で電子線20Mradを照射し、次いでアクリル酸45%を含む水溶液に浸漬し、35℃の温度に加熱してグラフト重合反応を行った。反応後、水酸化ナトリウム溶液で処理し、カチオン交換繊維を得た。

測定法;

$SO_x$ 濃度: 溶液導電法、

$NH_3$ 濃度: 化学発光法、

H.C: GC法(非メタン炭化水素)、

接触角: 水滴接触角法、

微粒子濃度: パーティクルカウンタ(光散乱式)による方法、

空中浮遊菌: 寒天培養法、

接触角の測定は、ウェハをUV/O<sub>3</sub>洗浄し、気体清浄装置通過の前後試料空気に暴露することにより行った。

なお、クラスは、1ft<sup>3</sup>中の粒径0.1μm以上の微粒子総個数である。

【0042】結果

(1) 処理前後の汚染物質の濃度を表1に示す。また、1ヶ月後、3ヶ月後も同様に調べたところ、表1と同じであった。

【表1】

	処 理 前	処 理 後
SO <sub>x</sub> 濃度 (ppb)	50	<1
NH <sub>3</sub> 濃度 (ppb)	50	<1
H. C濃度 (ppm)	1.3	<0.1
微粒子濃度	クラス10万	クラス100

【0043】(2) 接触角を図6に示す。  
 気体清浄装置出口Dの(処理後の)空気に暴露した値を—○—で、また試料空気(処理前の空気)に暴露した値を—●—で示す。

(3) 処理後の空気中のオゾン濃度を測定した。結果

は、不検出(0.01ppm以下)であった。

(4) 処理前後の試料空気を寒天培地に吹きつけ、30℃、72時間培養した後、コロニー数を観察した。その結果を表2に示す。

【表2】

	処理前空気のコロニー数	処理後空気のコロニー数
1日数	31	<1
1ヶ月後	30	<1

数値は、個数を表す。

#### 【0044】実施例6

実施例5の気体清浄装置を、実施例1の図1の構成のクリーンルーム5の天井チャンバー部(A)に設置し、クリーンルーム床面上1mで下記試料空気を発生させ、ク

クリーンルームの大きさ(床面積); 3.0m×5.0m、  
 (高さ); 2.2m、

試料空気;

微粒子濃度: クラス1万、  
 SO<sub>x</sub>濃度: 30ppb、  
 NH<sub>3</sub> 濃度: 60ppb、  
 非メタンH. C濃度: 1.1ppm、

(濃度は、クリーンルームの容積に対する値)

#### 【0045】結 果

リーンルームに設置した気体清浄装置Dの出口の空気13を同様に(実施例5と同様の)測定法により測定した。なお、接触角は、UV/O<sub>3</sub> 洗浄後ウェハを該空気13に暴露することにより測定した。

(1) 処理前後の汚染物質の濃度を表3に示す。

【表3】

	処 理 前	処 理 後
SO <sub>x</sub> 濃度 (ppb)	30	<0.1
NH <sub>3</sub> 濃度 (ppb)	60	<0.1
H. C濃度 (ppm)	1.1	<0.1
微粒子濃度 (クラス)	1万	100

処理後空気にはオゾンは、不検出(0.01ppm以下)であった。

(2) 接触角を図7に示す。空気清浄装置Dの出口空気13に暴露した値を—○—、また、クリーンルームの床面上の空気に暴露した値を— —で示す。

#### 【0046】実施例7

図9に、半導体工場のクリーンルームで使用されるストックの基本構成図を示す。図9において、ストック14中の空気は、吸着フィルター9、光触媒10、紫外線ラ

ンプ11、除塵フィルター8、ファン12より構成される本発明の気体清浄装置(気体清浄ユニット)Dにより、微粒子15とガス状汚染物質16が除去され、ストックにおけるカセット17に収納されたウェハ18が存在する被清浄空間部Eは、超清浄化される。このようにして、クリーンルーム内の局所空間としてのストック14内は超清浄化される。即ち、クリーンルーム内では、実施例1に示したような微粒子及びガス状有害成分が存在しているが、本発明では、ストック14を設置し、該

ストッカ14の側面に本発明の気体清浄装置Dを設置しており、前記の微粒子及びガス状有害成分( $\text{SO}_x$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}$ 、 $\text{C}$ 等)が捕集・除去され、清浄空気19-1が得られる。矢印19-1~19-5はファン12の作動により生ずるストッカ14内の空気の流れである。

【0047】詳述すれば、ストッカ14には、ストッカ内に収納のウェハ18の搬入、搬出により、前記の汚染物質を含むクリーンルーム空気が侵入するが、本発明の気体清浄装置Dにより、先ず吸着フィルター9にて $\text{SO}_x$ と $\text{NH}_3$ を、夫々、酸性ガス、アルカリ性ガスの指標ガス状有害成分として、いずれも1ppb以下まで除去され、次いで紫外線ランプ11の照射を受け光触媒作用を発揮している光触媒10にて $\text{H}$ 、 $\text{C}$ が0.1ppm以下まで除去される。そして、HEPAフィルター8により微粒子が少なくともクラス1以下まで除去される。このようにして、ストッカ14のウェハ18が収納される被清浄空間部Eは、清浄化され、 $\text{SO}_x$ :1ppb以下、 $\text{NH}_3$ :1ppb以下、 $\text{H}$ 、 $\text{C}$ :0.1ppm以下のクラス1よりも清浄な超清浄空間となる。本発明のストッカ14の清浄化空気にウェハを暴露しておく、ウェハ表面の接触角は増加せず、酸化膜の絶縁不良、解像不良が起こらない。本例において、除塵フィルター8はHEPAフィルター、吸着フィルター9はイオン交換繊維(アニオン型、カチオン型)、光触媒10は $\text{TiO}_2$ を繊維状ガラス母材に付加し、紫外線ランプ11は殺菌灯(254nm)である。

#### 【0048】実施例8

図10は、図9に示したストッカの変形例であり、本発明の気体清浄装置(気体清浄ユニット)Dを床部設置したものである。図10中、図9と同一符号は、同じ意味を示す。

#### 【0049】実施例9

図11は、実施例7のクリーンルームにおけるインターフェイス(ウェハを、クリーンルームから、製造装置に搬入、搬出するための受け渡し装置)の基本構成図である。図11のインターフェイス14には、実施例7で示したクリーンルーム空気19-6が導入され、ファン12、吸着フィルター9、光触媒10、紫外線ランプ11、除塵フィルター8より成る本発明の気体清浄装置(気体清浄ユニット)Dにより、クリーンルーム空気19-1中に含まれる微粒子とガス状有害物質が除去される。該インターフェイス14では、ウェハキャリアボックス17に収納されたウェハ18の半導体製造装置20への受け渡しが行われる。21は、インターフェイス14にウェハ18を搬入、搬出するための開閉扉であり、22は、ウェハキャリアボックス17のふたである。クリーンルームには、実施例7で示したごとく汚染物質として微粒子、ガス状有害物質が存在し、このような汚染物質の存在下で、ウェハ18を半導体製造装置20内に搬入すると、ウェハにはこれらの汚染物質がウェハ表面

に付着し、次のような悪影響を受け、歩留りが低下する。

【0050】(1)微粒子:ウェハ上の回路(パターン)の断線や短絡を生ずる。

(2) $\text{SO}_x$ :酸化膜の絶縁不良を引き起こす。

(3) $\text{NH}_3$ :ウェハ上にくもり(解像不良)を生ずる。

(4) $\text{H}$ 、 $\text{C}$ :成膜した膜のウェハ表面との親和性に影響を与え、膜の付着力の低下を生ずる。

これに対して、本発明では、クリーンルームから半導体製造装置20へのウェハ18の搬入、搬出を、本発明の前記気体清浄装置Dを設置することにより清浄化したインターフェイス14を用いて行うものである。ウェハ18の該製造装置20への受け渡しは、該インターフェイス14を用いて行うことにより、クリーンルーム空気中の前記汚染物質に暴露されることなく(汚染を受けることなく)半導体製造装置へ搬入されるので、ウェハは汚染を受けることなく製品へと加工されていく。

【0051】即ち、クリーンルーム空気19-6中汚染物質は、気体清浄装置Dにより先ず吸着フィルター9にて、 $\text{SO}_x$ と $\text{NH}_3$ を、夫々酸性ガス、アルカリ性ガスの指標ガス状有害成分として、いずれも1ppb以下まで除去され、次いで紫外線ランプ11の照射を受け光触媒作用を発揮している光触媒10にて $\text{H}$ 、 $\text{C}$ が0.1ppm以下まで除去される。そして、HEPAフィルター8により微粒子がクラス1以下まで除去される。このようにして、インターフェイス14における被清浄空間部Eは、清浄化され、 $\text{SO}_x$ :1ppb以下、 $\text{NH}_3$ :1ppb以下、 $\text{H}$ 、 $\text{C}$ :0.1ppm以下のクラス1よりも清浄な超清浄空間(空間)となる。本インターフェイス14を用い、ウェハをクリーンルームから製造装置に、受け渡しを行うと、ウェハ表面の接触角は増加せず、酸化膜の絶縁不良、解像不良が起こらない。本例において、除塵フィルター8はHEPAフィルター、吸着フィルター9はイオン交換繊維(アニオン型、カチオン型)、光触媒10は、 $\text{TiO}_2$ を繊維状ガラス母材に付加したものであり、紫外線ランプ11は殺菌灯(254nm)である。図11中図9と同一符号は、同じ意味を示す。

#### 【0052】実施例10

図12は、図11に示したインターフェイスの変形例であり、本発明の気体清浄装置(気体清浄ユニット)Dを天井面に空気の流れが横方向になるように設置したものである。図12のインターフェイス14ではクリーンルームからの空気導入を積極的に行わないで、行う場合である。図12において、図11と同一符号は、同じ意味を示す。

#### 【0053】実施例11

図9に示した構成のストッカに下記の試料空気を入れ、ストッカ中汚染物質(微粒子、ガス状有害成分)の除去

性能について調べた。そして、ウェハをストック中の試料空気に暴露し、接触角について調べた。また空中浮遊菌について調べた。

試料空気；

微粒子濃度：クラス1,000、

SO<sub>x</sub>濃度：50ppb、

NH<sub>3</sub>濃度：50ppb、

非メタンH.C濃度：1.3ppm、

ストック大きさ：100リットル

気体清浄装置（ユニット化）；

大きさ：30×15×15cm、

通過速度：0.3m/s、

除塵フィルター：HEPA、

吸着材：イオン交換繊維（アニオン型及びカチオン型）、

光触媒：TiO<sub>2</sub>、ガラス繊維状母材上にTiO<sub>2</sub>をゾルーゲル法で付加、

光触媒への照射光源：殺菌灯（254nm）、

【0054】吸着材の製造法；

① アニオン交換繊維：繊維状のポリプロピレンに窒素中で電子線20Mradを照射し、次いでヒドロキシスチレンモノマーとイソブレンを夫々60%及び40%含む溶液に浸漬し、35℃の温度に加熱してグラフト重合反応を行った。反応後、四級アミノ化を行い、アニオン

交換繊維を得た。

② カチオン交換繊維：繊維状のポリプロピレンに窒素中で電子線20Mradを照射し、次いでアクリル酸45%を含む水溶液に浸漬し、35℃の温度に加熱してグラフト重合反応を行った。反応後、水酸化ナトリウム溶液で処理し、カチオン交換繊維を得た。

測定法；

SO<sub>x</sub>濃度：溶液導電法、

NH<sub>3</sub>濃度：化学発光法、

H.C：GC法（非メタン炭化水素）、

接触角：水滴接触角法、

微粒子濃度：パーティクルカウンタ（光散乱式）による方法、

空中浮遊菌：寒天培地法、

接触角の測定は、ウェハをUV/O<sub>3</sub>洗浄し、気体清浄装置通過の前後試料空気に暴露することにより行った。

なお、クラスは、1ft<sup>3</sup>中の粒径0.1μm以上の微粒子総個数である。

【0055】結果

（1）処理前後の汚染物質の濃度を表4に示す。また、1ヶ月後、3ヶ月後も同様に調べたところ、表4と同じであった。

【表4】

	処 理 前	処 理 後
SO <sub>x</sub> 濃度 (ppb)	50	<1
NH <sub>3</sub> 濃度 (ppb)	50	<1
H.C濃度 (ppm)	1.3	<0.1
微粒子濃度	クラス1000	クラス1以下

【0056】（2）接触角の変化を図13に示す。

図13中、本発明のストック空気に暴露した値を—○—で、また比較として試料空気（処理前の空気）に暴露した値を—●—で示す。

（3）処理後のストック中空気中のオゾン濃度を測定した。結果は、不検出であった（0.1ppm以下）。

測定法：化学発光法。

（4）処理前後の試料空気を寒天培地に吹きつけ、30℃、72時間培養した後、コロニー数を観察した。その結果を表5に示す。処理前は、クリーンルーム空気を観点培地に吹きつけたもの、処理後はストック運転1時間後、5日後である。

【表5】

	処理前空気のコロニー数	処理後空気のコロニー数
1時間後	25	<1
5日後	25	<1

数値は、個数を表す。

【0057】

【発明の効果】本発明によれば次のような効果を奏することができる。

（1）クリーンルーム又は該クリーンルーム内の局所空

間の気体清浄において、除塵フィルターによる手段、吸着材による手段、光触媒による手段を組合せて用いることにより、

① 微粒子とガス状有害成分が同時に除去されたクリーンルーム又はクリーンルーム内の局所空間の気体が容

易、かつ効果的に得られた。

② 前記において吸着材及び光触媒の使用形状を繊維状、網状、ハニカム状とし、また光触媒への光触媒の光源として殺菌灯(254nm)を用いることにより、圧力損失を少なく、安価で保守・管理(維持)が容易で効果的な微粒子とガスの同時制御タイプのクリーンルーム又はクリーンルーム内の局所空間の気体の創出技術となった。

【0058】(2) 前記における気体清浄を、クリーンルームにおける天井チャンバー部、リターンチャンバー部、気体循環路部で、適宜行うか、又は該クリーンルーム内の局所空間に前記の除塵フィルター、吸着材、光触媒、紫外線ランプ、気体の流動化手段(例ファン)を一体化して設けることにより、

① 微粒子とガス状有害成分が効果的に除去された超クリーンなクリーンルームが得られた。

② 前記より、実用上効果的なクリーンルームが簡易にできた。

③ 半導体、液晶など先端産業において、今後G(ギガ)時代に要求が高まると考えられる微粒子とガスの同時制御タイプの超クリーンルームが効果的に創出できた。

【0059】④ 前記において、医療、薬品、食品などバイオリジカル分野のクリーンルームへの利用では、殺菌灯(254nm)及び光触媒による殺菌、滅菌作用が加わるので、本分野において実用上有効な技術となった。

⑤ 一体化することにより、気体の清浄化ユニットとなり、局所空間の任意の場所(位置)に任意の数量、取り付け空間の清浄化ができた。

(3) 本発明における清浄化ユニットは、取り付け、取り外しが簡便であるので、保守・管理、維持が容易な気体清浄装置となった。これにより、本清浄化方式の実用性が向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気体清浄装置を設置した半導体工場の

クリーンルームの基本構成図。

【図2】図1の気体清浄装置の拡大構成図。

【図3】本発明の気体清浄装置を設置した別の半導体工場のクリーンルームの基本構成図。

【図4】本発明の気体清浄装置を設置した他の半導体工場のクリーンルームの基本構成図。

【図5】本発明の気体清浄装置を設置した他の半導体工場のクリーンルームの基本構成図。

【図6】経過日数(日)による接触角(度)の変化を示すグラフ。

【図7】経過日数(日)による接触角(度)の変化を示すグラフ。

【図8】従来の半導体工場のクリーンルームの基本構成図。

【図9】本発明の気体清浄装置をクリーンルーム内のストッカに設置した基本構成図。

【図10】本発明の気体清浄装置をクリーンルーム内のストッカに設置した別の基本構成図。

【図11】本発明の気体清浄装置をクリーンルーム内のインターフェイスに設置した基本構成図。

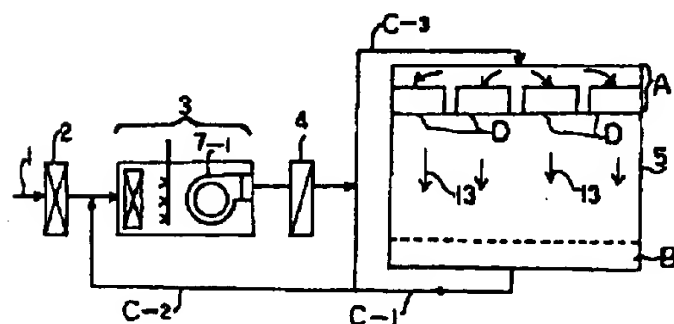
【図12】本発明の気体清浄装置をクリーンルーム内のインターフェイスに設置した別の基本構成図。

【図13】収納時間(h)による接触角(度)の変化を示すグラフ。

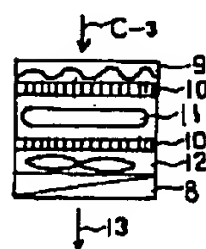
【符号の説明】

1:外気、2:プレフィルター、3:空調機、4:中性能フィルター、5:クリーンルーム、6:HEPAフィルター、7-1、7-2:ファン、8:除塵フィルター、9:吸着フィルター、10:光触媒、11:紫外線ランプ、12:ファン、13:超清浄空気、14:ストッカ、15:微粒子、16:ガス状有害成分、17:カセット、18:ウェハ、19-1~19-6:空気の流れ、20:半導体製造装置、21:開閉扉、22:ふた、A:天井チャンバー部、B:リターンチャンバー部、C<sub>1</sub>~C<sub>3</sub>:空気循環路、D:気体清浄装置、E:被清浄空間、

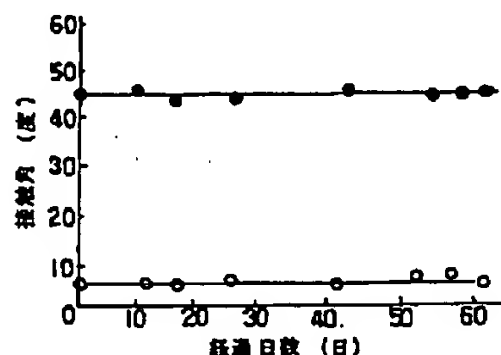
【図1】



【図2】

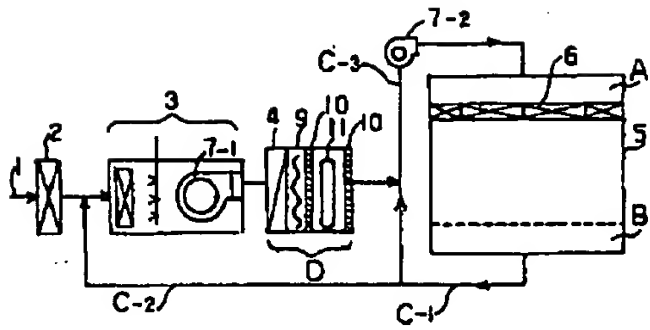


【図6】

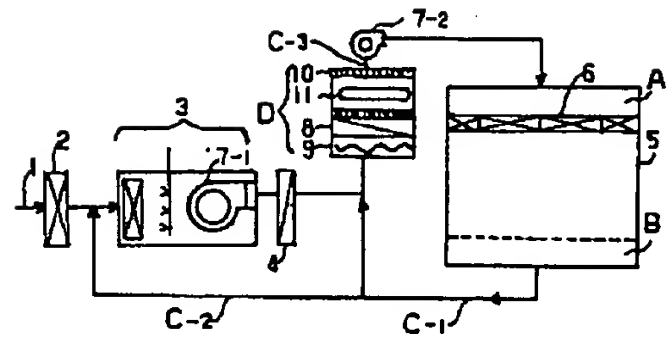




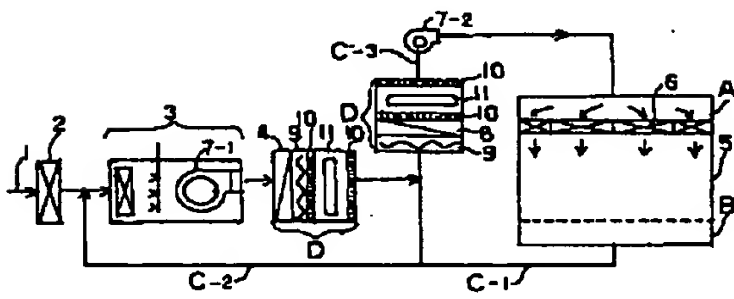
【図3】



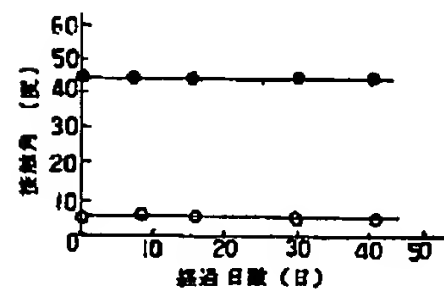
【図4】



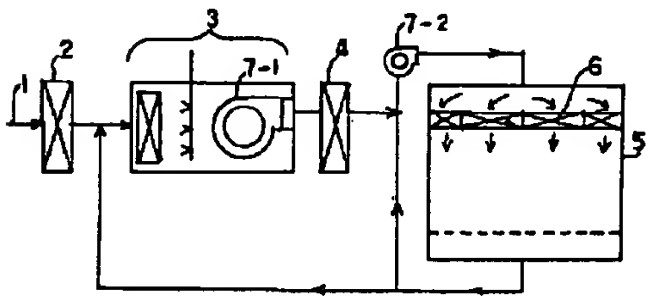
【図5】



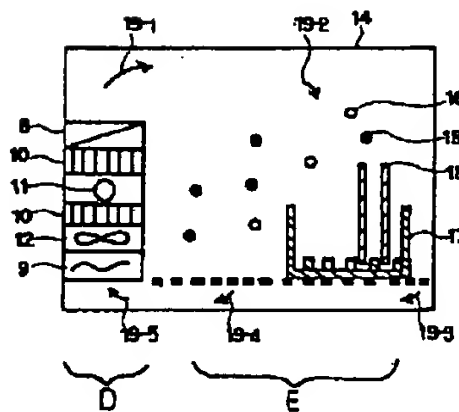
【図7】



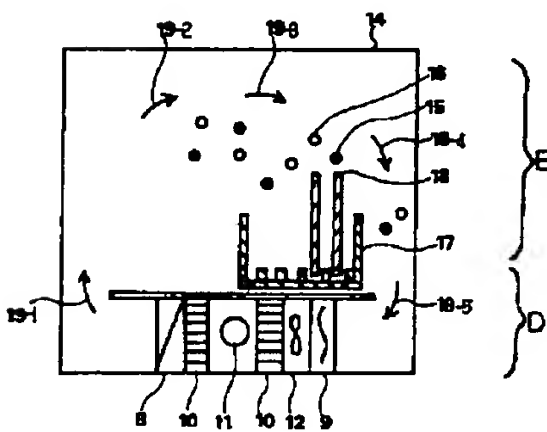
【図8】



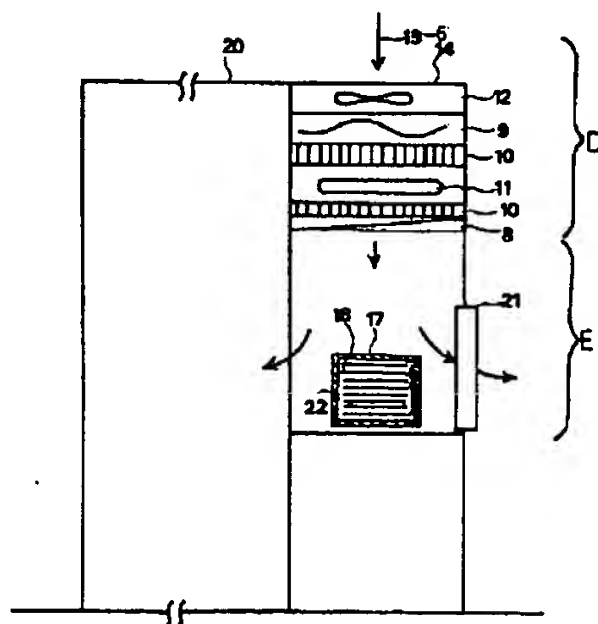
【図9】



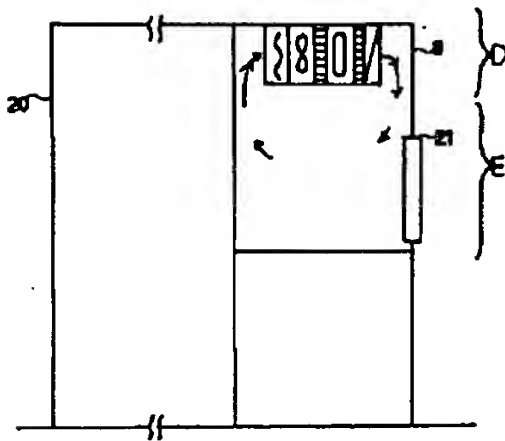
【図10】



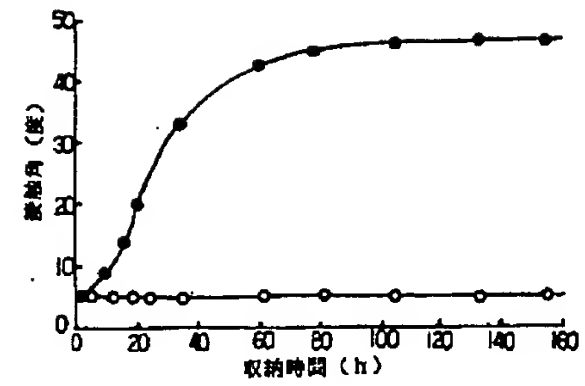
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 0 1 J 20/20

B 0 1 J 20/24

A

20/24

20/26

A

20/26

21/06

A

21/06

35/02

J

35/02

47/12

E

47/12

F 2 4 F 7/06

C

F 2 4 F 7/06

B 0 1 D 53/36

J